ÉTUDES

SUR

l'Orgue Électrique

PERFECTIONNEMENTS
AU SYSTÈME ÉLECTRO-PNEUMATIQUE

PAR

Albert PESCHARD

DOCTEUR EN DROIT

Ancien organiste du Grand orgue de Saint-Étienne de Caen

Auteur avec Barker des premières orgues électriques, etc.

EXTRAITS DU *MONDE MUSICAL*

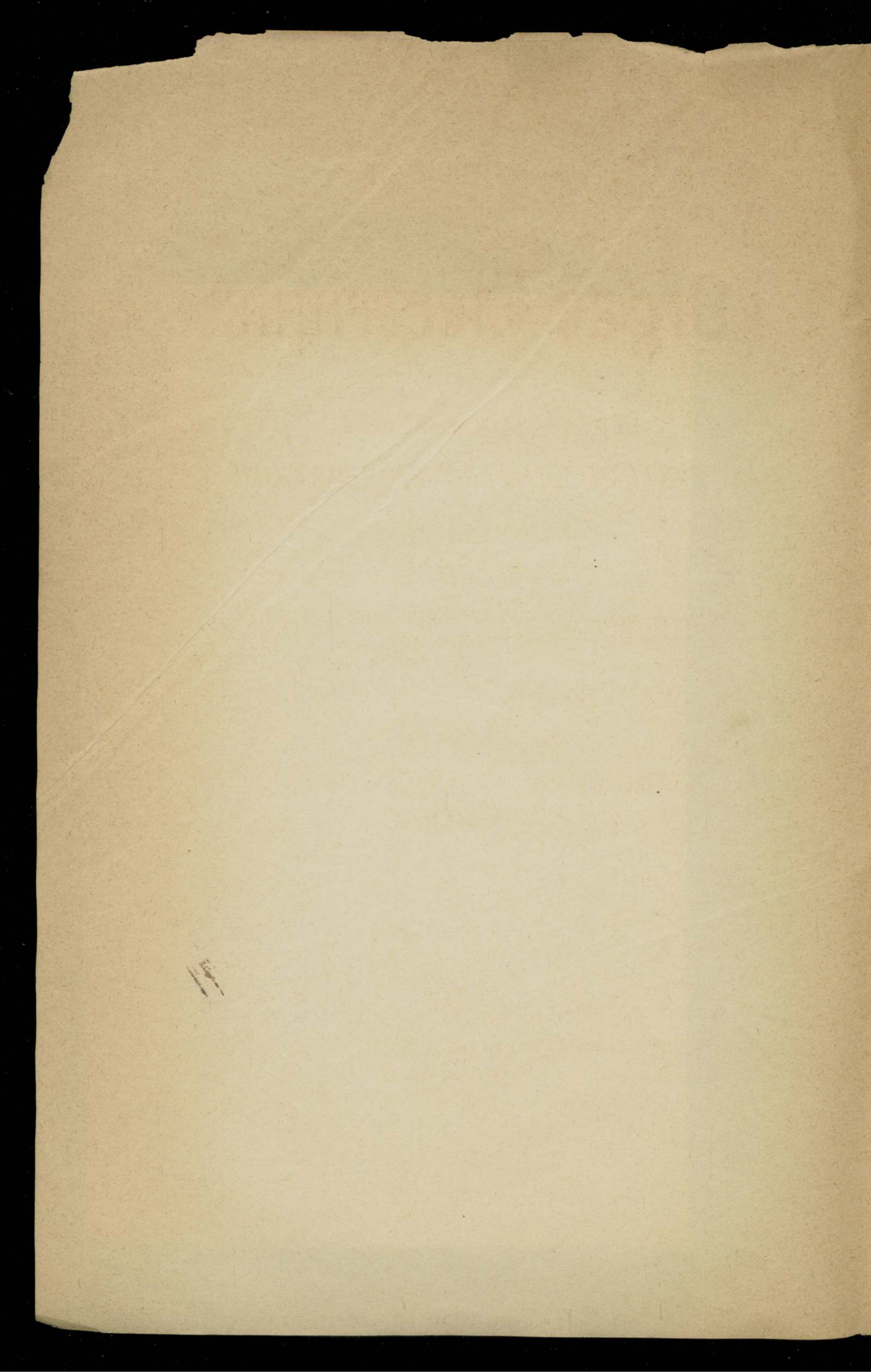
(Avril-Octobre 1896)

PARIS

IMPRIMERIE LAROUSSE

17, RUE MONTPARNASSE, 17

1896



ÉTUDES

SUR

l'Orgue Électrique

PERFECTIONNEMENTS

AU SYSTÈME ÉLECTRO-PNEUMATIQUE

PAR

Albert PESCHARD

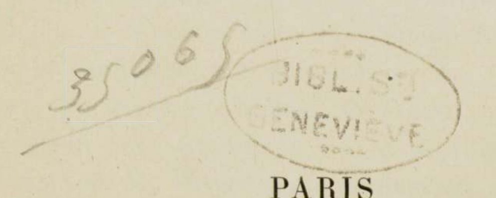
DOCTEUR EN DROIT

Ancien organiste du Grand orgue de Saint-Étienne de Caen

Auteur avec Barker des premières orgues électriques, etc.

EXTRAITS DU *MONDE MUSICAL*

(Avril-Octobre 1896)





PARIS

IMPRIMERIE LAROUSSE

17, RUE MONTPARNASSE, 17

1896

Je ne prévoyais pas, il y a quelques mois, donner cette publicité aux articles qui vont suivre, mais seulement continuer dans le *Monde musical* une série déjà longue. Il s'est trouvé cependant que ce chapitre relatif au moteur électro-pneumatique a particulièrement intéressé nos lecteurs, sans doute parce que nous arrivons au point convergent des questions à résoudre : je me décide alors à présenter ces notes détachées sous la forme d'un modeste opuscule.

L'orgue électrique, malgré les difficultés qui en retardent l'extension, poursuit sa marche, lentement il est vrai, mais sans arrêt. Les inaugurations se succèdent et même ne se comptent plus : on ne saurait donc trop multiplier les moyens d'étude en vue de combler une lacune qui est évidente puisque, en dehors de ces suites d'articles, il n'existe chez nous aucun traité technique, même élémentaire, sur le sujet.

Lors du récent Congrès de Caen, j'adressai cette observation aux membres de la section de physique, présidée par M. Neyreneuf, professeur à la Faculté des sciences, et, comme je signalais l'utilité d'un tel traité, M. Mascart, président de notre Association, qui se trouvait présent à la communication, proposa une solution : « Eh bien, dit-il, il faut en faire un. »

A vrai dire, c'est cette tâche ingrate que je poursuis depuis plusieurs années au milieu des obstacles qu'éprouve un pionnier avançant sur un terrain inexploré. C'est ainsi que, dans le *Monde musical*, j'ai déjà étudié, au point de vue de l'orgue, la division du courant, sa répartition entre les claviers, les contacts, les accouplements, etc. ; je m'occupe maintenant du moteur électro-pneumatique et de ses diverses modifications. Après cela, il deviendra facile de coordonner, de compléter ces matériaux et de les fondre dans un ensemble.

Vers 1860, le service des travaux publics de la Préfecture de la Seine forma le projet, pour l'un des grands monuments récemment construits à Paris, d'un orgue établi d'après quelque système nouveau, de nature surtout à marquer une étape en avant dans l'industrie : telles étaient les instructions. Ce fut le commencement de la réalisation de l'orgue électrique et de ma collaboration avec Barker, collaboration, d'ailleurs, purement scientifique (1).

On s'est plu quelquefois à faire ressortir les imperfections de nos premières orgues (2). A cela j'aurais à répondre que, de bonne heure, je proposai à Barker, pour faciliter la construction et réduire la dépense, d'appliquer le soufflet intérieur à une seule soupape dont il est parlé dans ces articles et de donner aux électro-aimants la résistance que j'avais alors adoptée, mais je

---

(1) A l'occasion de ma brochure de 1890 : le *Musical Standard* de Londres examine longuement ces questions à divers point de vue, et conclut ainsi : *the honours of the application of combined electricity and pneumatics must remain divided betwen the Frenchman Albert Peschard and the Englishman Charles Spackman Barker.* May, 23, 1891.

(2) Les orgues de Salon (Bouches-du-Rhône), 1866; de Saint-Augustin, Paris 1868 ; de Saint-Pierre de Montrouge, Paris 1869. On sait que ces dernières, les plus perfectionnées, furent mises hors de service par les bombes de la Commune en 1871.

n'insiste pas sur ces considérations d'autant plus que les premiers préparatifs remontent à 1863, et que Barker n'était pas opposé, pour l'avenir, aux perfectionnements d'une utilité démontrée par l'expérience, il me suffit de constater simplement qu'après plus d'un quart de siècle nos premières orgues (1866 et 1868) fonctionnent encore.

Il est indéniable qu'il existe une prévention contre les orgues électriques. Cette prévention se manifeste même quelquefois sous les formes les plus étranges : on se résout difficilement à changer une méthode longtemps pratiquée et, pour ne pas étudier le nouveau système, on trouve habile d'en contester les avantages, de là une disposition naturelle d'autant moins favorable que de graves intérêts sont en jeu. En outre, parmi les instruments à transmission électrique de date récente il en est, paraît-il, dont le résultat n'a pas été satisfaisant; mais, en vérité, le système électrique, même le plus perfectionné, sera-t-il, dans l'avenir responsable des défectuosités accidentelles et, s'il s'agissait d'un vice de construction dans les appareils électriques dont nous usons tous les jours, l'idée seulement viendrait-elle d'accuser le télégraphe ou le téléphone? d'ailleurs, dans notre espèce, une vérification minutieuse des résistances, des contacts et des organes essentiels, n'expliquerait-elle pas infailliblement à un juge sincère ces accidents dont on se plaît à exagérer la gravité ou à généraliser les conséquences?

Ces discussions oiseuses s'épuiseront d'elles-mêmes et

L'orgue de Salon, m'écrivait M. Payan, ces jours derniers, est aujourd'hui, après trente années de service, pour ainsi dire encore neuf et sans réparations. M. Payan lui-même est persuadé que l'instrument fonctionnera longtemps.

M. Eugène Gigout occupe encore l'orgue de Saint Augustin. M. Paul Férat, qui fut si longtemps chargé de l'entretien, a dernièrement quitté Paris, et l'instrument est passé aux mains de M. A. Cavaillé-Coll. Depuis nombre d'années, la pile est entretenue par M. Guérot, électricien à Paris.

l'orgue électrique restera : Baltard, J.-B. Dumas, Barker, comme bien d'autres de cette autorité, se sont prononcés sur l'utilité de l'orgue électrique, et il est permis de réduire à leur valeur les critiques de nos contradicteurs. En effet, cette application s'impose et répond à une nécessité absolue car, même en supposant que l'usage n'en soit pas généralisé, il arrive dans beaucoup de cas que, vu la disposition des édifices et le défaut d'emplacement, les transmissions mécaniques et même pneumatiques sont irréalisables ou défectueuses et que l'électricité seule peut vaincre des difficultés en apparence insurmontables. Dans le monde de la clientèle des constructeurs d'orgues on sait cela et c'est ce qui explique pourquoi se révèle, si souvent et de bien des côtés, une préoccupation non dissimulée et le désir de voir ces nouveaux procédés adoptés couramment dans la pratique.

Ouvrier de la première heure dans toutes ces recherches sur l'application de l'électricité aux orgues, jamais je n'ai cependant espéré convaincre des intelligences systématiquement réfractaires. Le temps aura raison de ces résistances, mais en attendant, les faits répondent mieux que les paroles, et la présence, rien que sur le sol français, d'une soixantaine d'orgues électriques prouve suffisamment l'importance de la question et explique pourquoi nous travaillons avec tant de conviction et de ténacité au perfectionnement comme à la vulgarisation du système (1).

---

(1) Pour la partie historique du sujet, voyez mes brochures : *Les premières applications de l'électricité aux grandes orgues*. Paris, Larousse, 1890, et *L'orgue électrique n'est pas d'origine américaine*. Paris, Larousse, 1892.

Pour la partie purement technique, voir mes études et articles parus dans le *Monde musical*, depuis 1891.

Voir aussi, parmi les diverses publications sur le sujet :

L'Électricien, n° 237 et suivants. Tome X, quatre articles, par Julien Lefèvre, professeur de physique à l'École de médecine de Nantes;

Les Facteurs d'instruments de musique, les Luthiers et la Facture instrumentale. Précis historique, par Constant Pierre. Paris, Sagot, éditeur, 1893;

Études religieuses, philosophiques, historiques et littéraires. Tome LIV, pages 146 et suivantes;

Revue scientifique, n° 4. 4e série. Tome V.

I

TRACTEUR A UN SEUL SOUFFLET

Les perfectionnements que je me propose d'apporter à l'appareil électro-pneumatique ont pour résultat de réduire, plus que par le passé, l'intensité et la force électromotrice : de là plusieurs avantages, notamment aux divers points de vue de la réduction de l'étincelle des contacts, de la constance du courant et aussi de la dépense.

Quant à la vivacité d'attaque et à la promptitude d'action, on ne saurait mieux faire que ce qui existe déjà. Sur ce point, M. Delon s'exprime ainsi :

« Dans un système électro-pneumatique bien conçu,
« tel que le système A. Peschard, et bien exécuté,
« comme il l'est, par exemple, par M. Debierre, le
« retard est insensible. Non seulement j'ai touché l'orgue
« de M. Debierre à Nantes, mais j'y ai fait des expé-
« riences acoustiques avec une oreille prévenue et juste-
« ment dans le but d'évaluer le retard ; j'ai constaté que
« le mouvement électro-pneumatique, tel qu'il existe
« dans cet instrument, est aussi preste que le meilleur
« pneumatique et que ce retard est réellement inappré-
« ciable à l'audition (1). »

Il y a donc là un fait acquis, lequel d'ailleurs ne rend

(1) *Monde musical*, 15 décembre 1895.

que plus intéressant tout perfectionnement concernant l'appareil.

L'appareil électro-pneumatique ou tracteur, destiné à ouvrir la grande soupape d'introduction donnant passage à l'air comprimé dans la gravure, c'est-à-dire dans les tuyaux, comprend trois parties : un soufflet qui, en se dégonflant, ouvre cette grande soupape d'introduction, une petite soupape placée dans le conduit et servant à la fois pour l'introduction de l'air comprimé dans le soufflet et pour la décharge, enfin un électro-aimant dont l'armature fait ouvrir cette petite soupape.

Il n'y a plus, je pense, à discuter sur le soufflet et sa soupape intérieure, mais on peut se demander si l'électro-aimant doit être placé dans la laye ou hors de la laye, et quelles sont les conséquences de ces deux dispositions.

Nous savons que, pour un sommier de cinquante-six soupapes, il faut cinquante-six tracteurs électro-pneumatiques, chacun muni de son électro-aimant. Cette longue série d'électro-aimants, dans le cas où elle est disposée hors de la laye, est facile à surveiller, l'œil la passe rapidement en revue et, par suite, la cause d'un dérangement est facile à découvrir, même l'instrument étant en marche.

Au contraire, si l'électro-aimant se place dans le sommier, on conçoit que, pour opérer une rectification, le sommier doit être ouvert et, conséquence inévitable, l'instrument préalablement réduit au silence.

Et ces considérations ne sont pas les seules. Nous avons souvent parlé de l'action angulaire et de l'avantage du rapprochement de l'armature des pôles. Or, en plaçant l'électro-aimant hors du sommier, nous sommes au large pour disposer l'armature et obtenir une course aussi considérable qu'on le désire pour l'ouverture de la

petite soupape; il n'en est plus tout à fait de même si l'électro-aimant est placé dans le sommier (1). Inutile après tout d'insister puisque, pour le moment, je ne m'occupe que de la disposition concernant l'électro-aimant placé dans la laye avec armature à mouvement parallèle.

La tige servant à transmettre le mouvement de l'armature à la petite soupape une fois supprimée et l'électro-aimant étant introduit dans la laye, il s'ensuit que l'armature, recouverte d'une peau mince sur ses deux faces, va constituer elle-même la soupape d'introduction et de décharge du tracteur, dès lors son jeu devient libre avec l'aide de deux guides seulement et sans transmission de mouvement.

C'est très simple, mais alors soupape et armature sont identifiées (2) et puisque, comme nous venons de le dire, il est avantageux de rapprocher l'armature des pôles, il faut se demander si, dans le cas qui nous occupe, l'armature ainsi rapprochée laissera bien tout autour d'elle, en se soulevant, une voie de dégagement d'une surface équivalente à celle de l'orifice de décharge.

A ce propos, je rappellerai le cas de plusieurs soupapes étroites, donnant ensemble la même fuite qu'une seule plus large et avec moins de course (3). Si dans le même ordre d'idées, nous donnons à la soupape circulaire et à mouvement parallèle une course, en soulèvement, égale à la moitié du rayon du tube de décharge, on

---

(1) On peut cependant faire agir l'électro-aimant dans la laye avec armature à mouvement angulaire. Cette disposition devient même facile avec mon système de porte latérale.

(2) Aussi, dirons-nous indifféremment : soupape, armature, armature-soupape.

(3) J'ai breveté en 1864, parmi diverses dispositions, l'action d'un électro-aimant sur une soupape divisée en plusieurs perforations.

comprend qu'il devient nécessaire d'accroître considérablement l'énergie de l'électro-aimant à mesure qu'on augmente le diamètre du tube. A une surface plus grande de soupape correspond, en effet, un écartement plus grand d'armature afin d'obtenir la fuite d'air en rapport avec l'orifice circulaire du tube de décharge.

Il est vrai qu'on peut agir avec deux tubes, ce qui permet de moins éloigner l'armature ; d'excellents instruments sont ainsi construits avec deux tubes de décharge. On a proposé encore de multiplier le nombre des tubes, mais alors l'armature est extrêmement rapprochée et son jeu exige une précision impossible à garantir dans des instruments exposés à la poussière et à l'humidité.

Je m'arrête à un moyen plus simple en donnant aux ouvertures la forme rectangulaire. Dans les dispositions suivantes concernant le tracteur à un seul soufflet le conduit de décharge rectangulaire (1) aura un prolongement horizontal de 35 millimètres; l'écartement des parois du conduit sera de 2 millimètres et l'armature aura 1 millimètre de course. Ces mesures et ces proportions varient nécessairement, par exemple, pour le cas du tracteur à deux soufflets, mais toujours nous restons dans des conditions normales en profitant d'un faible écartement d'armature.

---

(1) Dans le commerce, on trouve des tubes en cuivre de toute dimension qu'on peut aplatir et transformer en conduits rectangulaires ; toutefois, comme les parois doivent avoir une certaine consistance, il est préférable, en pratique, de recourir à des feuilles épaisses taillées de grandeur, puis façonnées et soudées.

Le conduit d'introduction est plus grand que le conduit de décharge et consiste, le plus souvent, en une simple perforation pratiquée dans le bois de l'appareil.

II

Il s'agit d'abord de régler ce faible écartement de 1 millimètre. Dans les appareils en usage aujourd'hui, l'armature est emprisonnée dans le canal du soufflet, de telle sorte que son jeu entre les conduits d'introduction et de décharge est soustrait à la vue ; je me suis alors demandé s'il ne serait pas préférable, pour obtenir le plus de précision possible, d'opérer le réglage à découvert, et de vérifier *de visu* le fonctionnement de l'armature. Pour cela il devient nécessaire de fixer l'électro-aimant à l'appareil avant l'introduction dans le sommier et d'établir comme une petite laye dans l'intérieur du conduit du soufflet avec une fermeture analogue, en diminutif, à celle d'un véritable sommier d'orgue.

La figure 1 représente l'appareil à l'état de repos dans la laye du sommier : la grande soupape S donne accès à l'air comprimé dans la gravure et se trouve au-dessus du soufflet avec lequel elle est reliée par un tirant ; le ressort R sert à faire revenir la soupape S en place, et, par cela même, à maintenir relevé et gonflé le soufflet H. Le soufflet tracteur disposé dans la laye a tant de fois été décrit qu'il est inutile de trop insister ; au repos il est gonflé par l'air comprimé qui y pénètre par l'ouverture d'introduction G, mais ne trouve pas d'issue pour sortir puisque la soupape - armature *s s* ferme le conduit de décharge I : la tablette mobile du soufflet est donc également pressée à l'intérieur et à l'extérieur, de sorte que la pression se neutralise elle-même. Mais, si la soupape *s s* est soulevée par l'électro-aimant, l'air comprimé renfermé dans le soufflet trouve une issue par le conduit I

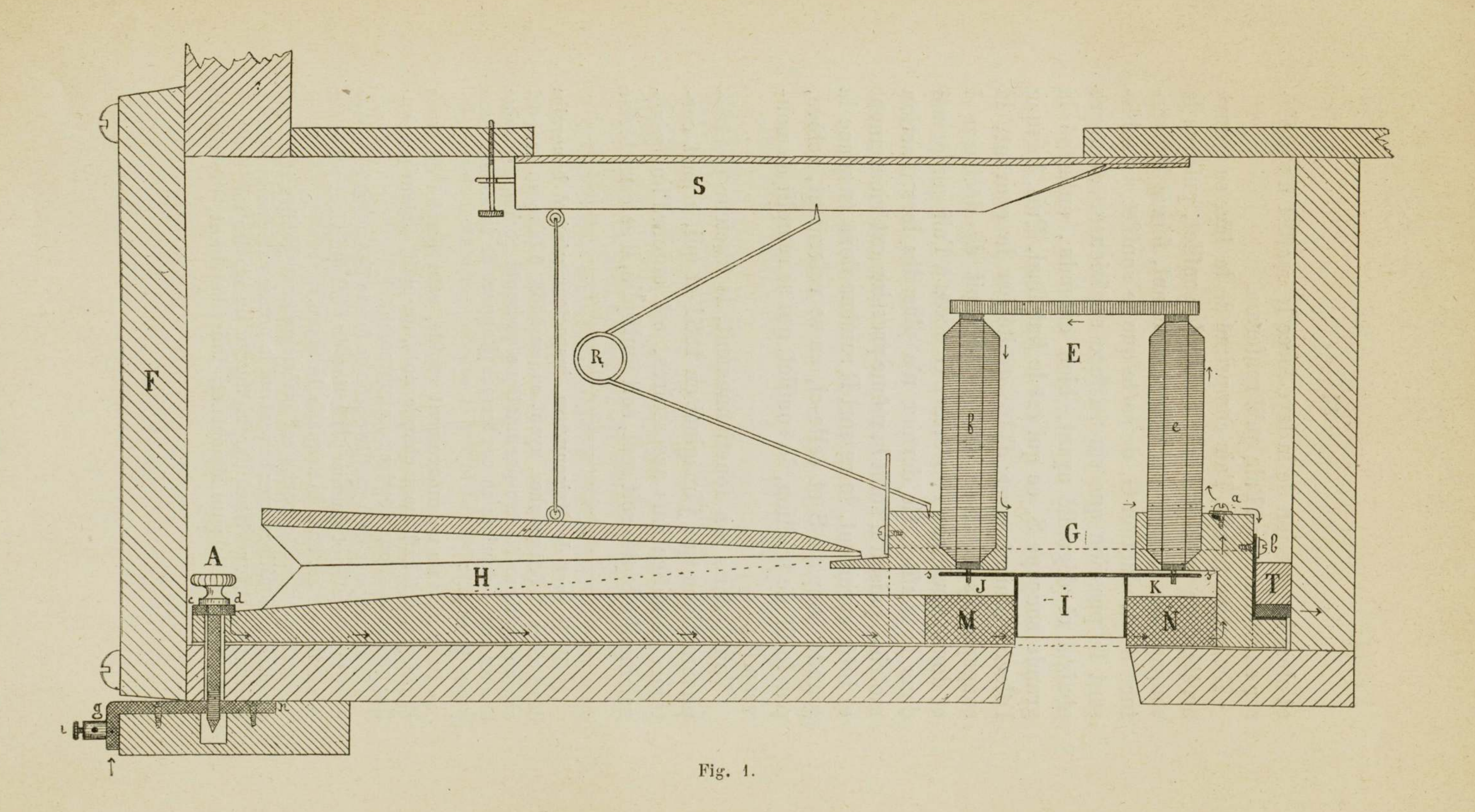


Fig. 1.

et alors la pression de la laye force le soufflet à s'abaisser en déchargeant l'air qu'il renferme.

En même temps, l'air comprimé de la laye se trouve arrêté et ne peut plus entrer dans le soufflet; puisque la soupape *s s*, attirée par l'électro-aimant, ferme l'ouverture d'introduction G, de sorte que le soufflet ne subissant la pression que sur sa face supérieure, demeure abaissé et dégonflé ayant, bien entendu, entraîné la grande soupape S, ce qui est le but final. Puis, lorsque l'électro-aimant cesse d'être excité par le courant, la soupape *s s* retombe sur le conduit de décharge I et donne ainsi, par l'ouverture G, accès à l'air comprimé dans le soufflet. Ce dernier n'a plus dès lors d'action motrice, puisqu'il subit la même pression extérieurement et intérieurement, le ressort R ramène donc en place la grande soupape S et celle-ci, en se refermant, relève, par le fil de traction, le soufflet, qui se remplit de nouveau (1).

Voilà, dans son fonctionnement, le tracteur électro-pneumatique que j'imaginai en 1864 et qui, à part certaines modifications accessoires, est aujourd'hui généralement adopté, soit seul, soit multiplié, il se caractérise

---

(1) M. Pouget de Maisonneuve, inspecteur général honoraire des Postes et Télégraphes, ayant eu, en 1888, à faire un rapport sur un système électro-pneumatique présenté comme d'origine américaine, s'exprime en ces termes (Rapport de la Commission pages 11 et 12) :

« Pour obtenir un mouvement rapide, sans emploi de force électrique, il fallait, pour chaque note, un petit moteur particulier que nous allons décrire sommairement.

« Il se compose d'une petite poche en forme de soufflet enfermée dans le sommier et soumise à l'action du vent qui vient peser sur la surface où est fixée la soupape du tuyau.

« Au repos, cette poche est intérieurement gonflée d'air qui maintient l'équilibre avec le vent qui la presse extérieurement. Le courant électrique lancé par la touche du clavier fait soulever l'armature de l'électro-aimant et, immédiatement, l'entrée de

par la suppression de l'une des deux soupapes du levier pneumatique primitif, par le dégonflement lors de l'action et par la petite soupape d'introduction et de décharge *s s* à double face et à double effet. Ces caractères se retrouvent dans les orgues électriques notamment de MM. Debierre (levier simple) et Merkin (levier double) pour ne parler que des œuvres de notre industrie.

III

Abordant maintenant, dans leurs détails, les perfectionnements que je propose, je commencerai par expliquer (*fig.* 1) comment chaque tracteur se place dans le sommier et se retire : nous avons compris que le maniement doit en être facile puisqu'il peut exister jusqu'à deux cents et plus de ces petits moteurs dans un orgue. A cet effet une traverse T faisant corps avec le sommier

---

l'air à l'intérieur de la poche est supprimée, celui qui la gonflait s'échappe dans l'air ambiant, et la surface de la poche, cédant sous l'action du vent, entraîne avec elle la soupape introduisant l'air dans le tuyau.

« Ce moteur aussi simple qu'ingénieux, naïf même, comme dit M. Wolf (Lettre de M. Wolf, membre de l'Académie des Sciences, à M. Merklin. Paris, 13 août 1887), a la valeur d'une véritable découverte scientifique. Son emploi est étendu à tous les mouvements de l'orgue, registres, pédales de combinaison et mouvement de la boîte expressive, et il fait opérer tous ces mouvements de forte résistance, à l'aide de soufflets auxiliaires plus grands. »

Cette description, comme on le voit, s'applique exactement à mon soufflet intérieur breveté dès 1864.

passe derrière chaque appareil et se prolonge dans toute l'étendue du sommier; cette traverse est munie en dessous d'une bande en cuivre servant de collecteur au courant sortant de tous les électro-aimants. Chaque appareil est, à son extrémité, mis en communication électrique avec ce collecteur par une lame en cuivre recourbée fixée par deux vis dont l'une *b* serre en même temps le fil de sortie de l'électro-aimant. En soulevant l'appareil et le poussant par sa partie antérieure, cette lame, formant ressort, se redresse à angle droit et s'engage avec effort sous la traverse T de manière à exercer sur le collecteur une pression constante. A sa partie antérieure l'appareil est fixé au sommier par une broche A disposée devant le soufflet H, cette broche s'appuie par son bouton sur la platine *c d*, et se visse par sa pointe dans l'équerre *g n* sous le sommier. Les contacts d'entrée et de sortie du courant sont ainsi sûrement établis et l'appareil se trouve en même temps solidement fixé au sommier, ayant d'ailleurs été guidé de manière à tomber sur son repère.

Après avoir ouvert le devant F du sommier il suffit pour sortir l'appareil de décrocher le fil de traction de la grande soupape S, d'enlever le ressort R, puis, de dévisser la broche A, et, en tirant à soi, de dégager l'extrémité opposée serrée sous la traverse T. Il n'y a pas à s'occuper de l'attache des fils de l'électro-aimant puisque, nous le supposons, ils ont été préalablement arrêtés, entre rondelles, aux deux vis *a* et *b* l'une et l'autre servant de serre-fil.

La direction du courant est indiquée sur la figure par des flèches. Le conducteur venant de la touche du clavier se fixe à la borne *i*, le courant suit alors l'équerre *g n*, la broche A, la platine *c d*, passe par un simple fil sous le soufflet H, et, traversant le bois de l'appareil, aboutit à la vis ou serre-fil *a*; de là il entre dans l'hélice *e* puis dans l'hélice *f* pour aboutir à l'autre vis *b* et par suite à

l'équerre ou ressort en contact avec le collecteur s'étendant sous la traverse T. — La vis *a* qui serre le fil venant de *cd* semblerait placée plus naturellement devant l'hélice *f* tout près de la pointe du ressort R, mais j'ai laissé cette place libre pour faciliter la pose du ressort. Si la vis *a* est supprimée, les deux fils de l'électro-aimant se fixent, l'un directement à la platine *cd* à travers l'appareil, l'autre au serre-fil *b*.

G est l'ouverture d'introduction consistant simplement en une perforation pratiquée dans l'épaisseur du bois, sa partie inférieure est arasée à la ligne des pôles de l'électro-aimant, sa partie supérieure va en s'élargissant comme on le verra figure 4. La pièce M N que nous retrouverons sur les figures 3 et 4, est simplement vissée à l'appareil et peut facultativement s'en détacher ; elle enserre le conduit de décharge I qui la dépasse par son orifice supésieur. Le conduit I est en cuivre ; on l'entre à frottement dans une fente préalablement garnie de peau et pratiquée exactement sous la fente G ; pour le réglage on le fait glisser dans sa gaine en le montant jusqu'à presser l'armature contre les pôles, ensuite, par un faible effort, on introduit une cale mince au-dessus de l'armature ce qui le fait redescendre à l'écartement voulu, puis on serre la vis d'arrêt. La chambrette J K, formant dans chaque appareil comme une sorte de petite laye, n'est autre chose qu'un agrandissement ménagé dans le parcours du canal du soufflet pour le fonctionnement de la soupape *s s* ; cette dernière joue ainsi librement entre les deux conduits G et I guidée par deux goupilles vissées au centre de chaque pôle. — La porte fermant la chambrette est simulée par des lignes pointillées.

La figure 2 représente le dessus de cette même partie de l'appareil. Les flèches marquent la voie suivie par le courant. L'ouverture évasée G entre les deux bobines de l'électro-aimant est le conduit d'introduction ; *a* est le

serre-fil où aboutit le conducteur venant de la borne *i*, c'est-à-dire de la touche du clavier, pour passer de là dans l'hélice voisine *e*; R est le ressort de la grande soupape avec le guide qui le maintient; *h k* est la porte de la chambrette fixée au moyen des vis B C D E, elle est prise dans l'épaisseur de l'appareil, toutefois, comme on le

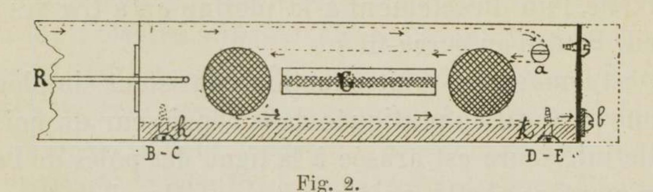


Fig. 2.

verra sur les figures 4, 7 et 8 on ne la fait pas arriver jusqu'à l'affleurement supérieur, car les appareils étroits, de 2 centimètres par exemple, ne le permettraient pas puisque, à cette place, le diamètre des hélices prend presque toute la largeur. — On comprend qu'il a été inutile de représenter le soufflet sur cette figure 2 et sur toutes les suivantes.

La figure 3 est une coupe horizontale à la rencontre de la soupape *s s* et du conduit de décharge; *s s* représente en pointillé la soupape reposant sur le conduit de

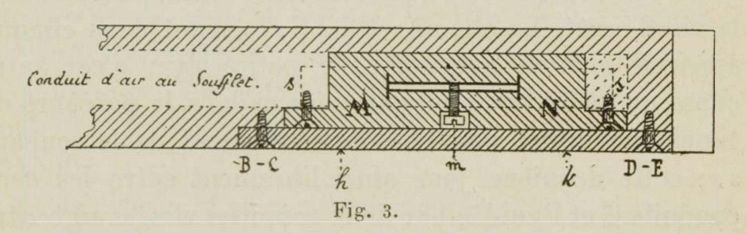


Fig. 3.

décharge et sur les croisillons des deux extrémités; ce conduit, comme nous l'avons dit précédemment et comme on le voit ici, est enserré dans la pièce M N et arrêté par la vis *m*. La porte *h k* est vue en épaisseur et en longueur.

La figure 4 est une coupe verticale laissant voir en bout l'intérieur de la chambrette J K. On saisit tout à la fois le conduit d'introduction G, le conduit de décharge I glissant dans M N, le croisillon bien arasé aux bords de l'orifice du conduit pour éviter toute fuite anormale, et enfin la soupape-armature en bout reposant sur le conduit de décharge. La vis *m* arrête le conduit I à la hau-

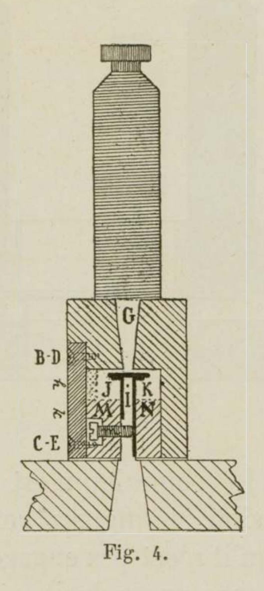


Fig. 4.

teur voulue. La porte *h k* est vue ici en épaisseur et en hauteur.

Autre dispositif. — Les figures précédentes représentent l'électro-aimant fixé à demeure sur l'appareil et faisant corps avec lui. Dans une autre disposition je monte l'électro-aimant sur une pièce détachée se vissant à l'appareil avant la mise en place dans le sommier, ce n'est plus alors le dessous de la chambrette J K qui est mobile avec le conduit de décharge, c'est au contraire, le dessus avec l'électro-aimant et le conduit d'introduction. Bien que le système reste toujours le même, les figures ci-après montrent cette disposition que, du reste, j'adopterai

pour le tracteur à deux soufflets : elle a l'avantage de donner à l'électro-aimant une indépendance complète.

Sur la figure 5 la chambrette J K est évidée dans le bois de l'appareil puis recouverte de la pièce formant la monture de l'électro-aimant et traversée par le conduit

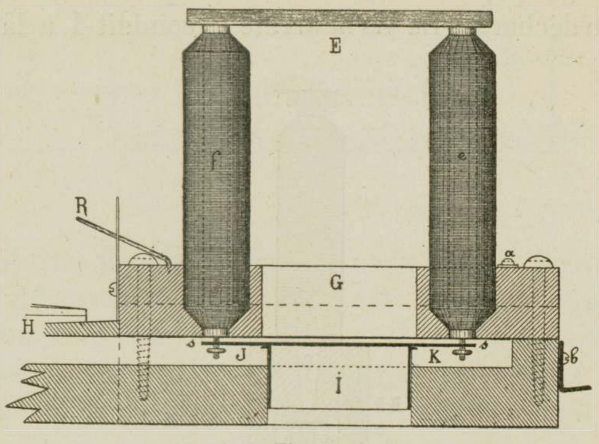


Fig. 5.

d'introduction G. Le sommier n'est pas ici représenté afin qu'il soit possible de figurer relevé le ressort fixé par la vis *b* alors qu'il n'est pas engagé sous le collecteur et ne forme pas encore angle droit.

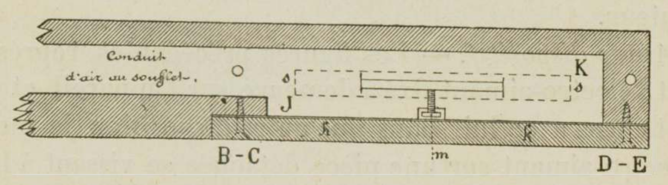


Fig. 6.

La figure 6 est une coupe horizontale à la rencontre de la soupape-armature *s s* et du conduit de décharge. Dans la chambrette J K l'armature, marquée en pointillé, repose sur les bords chanfreinés du conduit de

décharge. Le canal du soufflet est traversé par l'une des deux vis fixant la monture de l'électro-aimant à l'appareil.

La figure 7 est une coupe verticale laissant voir en bout la chambrette J K. Le conduit de décharge I est ici supposé avoir ses côtés prolongés dans l'intérieur de la gaine, c'est pour cela que la petite vis d'arrêt *m* presse

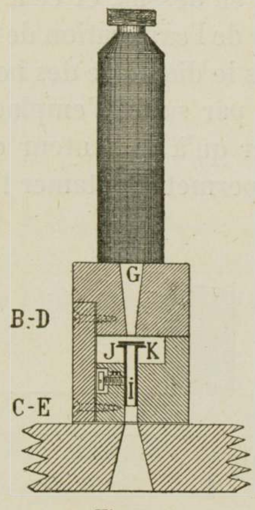


Fig. 7.

le conduit extérieurement, cependant, lorsqu'il s'agit de conduits étroits il est préférable, pour faciliter la fuite, de réduire au minimum le prolongement du côté rapproché de la vis et de faire traverser le conduit par cette petite vis *m* qui alors fait son arrêt sur la paroi intérieure de l'autre côté; c'est le cas de la figure 4.

Au lieu de souder un croisillon à chaque extrémité du conduit I pour préserver l'armature de toute oscillation lors de l'action, on peut, dans la façon des conduits de décharge, augmenter l'épaisseur des parois ou bien encore entourer l'orifice supérieur d'une ceinture soudée; les arêtes sont ensuite rabattues afin de diminuer, autant

que possible, la surface sur laquelle repose l'armature pressée par le vent. On a soin, en chanfreinant, de ménager, en largeur, aux deux extrémités, dans l'épaisseur du cuivre, l'appui de l'armature ; il faut en même temps éviter d'entamer les bords pour ne pas déterminer de fuite anormale.

Sur les figures 5 et 7 la porte *hk*, fixée par les vis B-D, C-E, n'affleure pas en dessus, et cela par le motif donné antérieurement lors de l'explication de la figure 2 : dans les appareils très étroits le diamètre des bobines tient presque toute la largeur et, par suite, l'emplacement de la porte ne peut commencer qu'à la hauteur où l'hélice, se terminant en fuseau, permet d'entamer l'épaisseur.

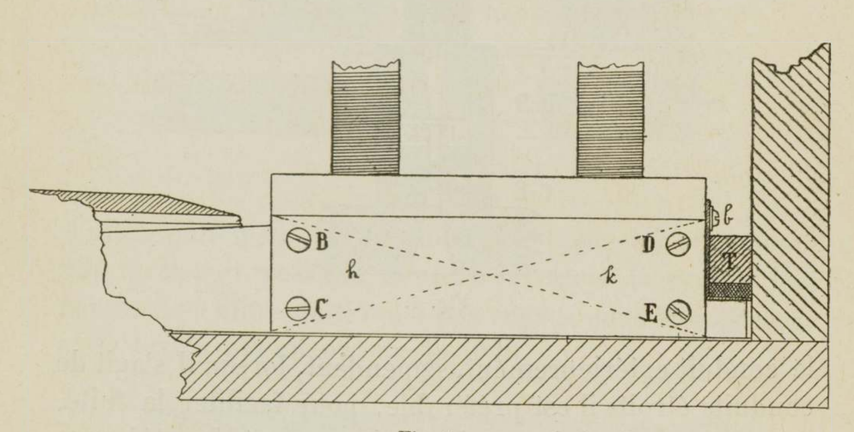


Fig. 8.

— Ces divers modèles de tracteurs ont été construits sous mes yeux, et j'ai surveillé la mise à exécution de chacun :

La pièce MN, figures 1, 2, 3 et 4, est d'un ajustage relativement assez compliqué ;

L'électro-aimant monté avec pièce détachée, comme sur les figures 5, 6 et 7, se prête mieux à une facture courante d'autant plus que, dans un cas aussi bien que dans

l'autre, le système de fermeture de la chambrette J K permet de régler l'armature et de voir son fonctionnement.

Sur la figure 8 l'appareil est vu latéralement une fois la fermeture *hk* appliquée au moyen des vis B C D E.

IV

Sans insister sur divers systèmes de soupapes synthétisées dans un tube, j'ai voulu surtout montrer le parti qu'on peut tirer de l'ouverture rectangulaire simple (1). Les autres dispositions dont il vient d'être parlé se résument ainsi :

Porte latérale ou regard permettant de vérifier *de visu* le fonctionnement de l'armature ;

Disposition rendue praticable de l'électro-aimant derrière le soufflet, au fond de la laye ;

Points d'attache de l'appareil au sommier servant en

---

(1) Je donne cependant comme exemple deux de mes tubes vus en bout.

Sur le figure 9 la soupape est divisée en quatre ouvertures A B C D



Fig. 9.



Fig. 10.

complètement cloisonnées et distinctes. Sur la figure 10 l'ouverture ABCDE est ramifiée et ininterrompue.

Les parties noires sont les rigoles de fuite.

même temps de points de contacts pour l'entrée du courant dans l'appareil et sa sortie.

Du reste, on l'a sans doute compris, ces moyens sont distincts, indépendants et on peut, dans la construction, adopter l'un sans l'autre; ils peuvent de même se combiner avec le levier double qui va maintenant nous occuper.

Jusqu'ici, en effet, il n'a été question que du tracteur simple ou à un seul soufflet. Tel que nous l'avons décrit, ce dernier offre l'avantage incontestable de se loger facilement dans le sommier, même sous les soupapes des dessus, puisque sa largeur peut être réduite à moins de 2 centimètres, de plus nous savons qu'il n'agit sur aucun mécanisme et que, par suite, le ressort de la soupape d'introduction ne doit avoir que la force nécessaire pour maintenir en position soupape et soufflet. Pour des tracteurs de grande surface je dispose deux conduits d'introduction et deux conduits de décharge (1). A l'état de repos l'armature, d'une largeur suffisante, repose sur les deux conduits de décharge et, lors de l'action, ferme les deux conduits d'introduction. Entre chaque paire de conduits existe une rigole de circulation en rapport avec les orifices. Afin de diminuer la largeur de ces rigoles je fais communiquer celle du dessus avec celle du dessous au moyen d'une fente longitudinale pratiquée dans l'armature. En donnant un peu plus d'énergie à l'électro-aimant on reste ainsi dans la simplicité du tracteur à un seul soufflet.

Maintenant, il faut prévoir que les constructeurs appliqueront le levier simple concurremment avec le levier double, il reste donc à étudier les dispositions ci-dessus au point de vue du levier double.

---

(1) Ces dispositions de fentes, quelle que soit la forme du conduit qui les réunit, permettent de diminuer l'écartement des branches de l'électro-aimant et la longueur de l'armature.

V

TRACTEUR A PLUSIEURS SOUFFLETS

OU

MULTIPLICATION DU LEVIER PNEUMATIQUE

Avant de décrire mon tracteur à double soufflet, je dirai quelques mots au sujet de la multiplication du levier pneumatique.

En faisant agir un soufflet moteur sur le système de soupape d'un autre soufflet et en poursuivant cette filiation on arrive à accroître indéfiniment la puissance du levier pneumatique. Ce principe, combiné avec l'action d'un électro-aimant, fut appliqué pour la première fois au grand orgue de Saint-Pierre de Montrouge, à Paris, en 1869. Dans cet instrument, en effet, l'un de nos premiers construits dans le système électrique, le tirage des registres s'effectuait à l'aide de plusieurs soufflets successifs dont le plus petit était commandé par un électro-aimant. C'est seulement quelques années après que ce procédé électro-pneumatique fut mis en pratique à l'étranger.

On ne se fait pas toujours, pour le cas qui nous occupe, une idée précise d'un tracteur primaire agissant sur un deuxième : la disposition des soufflets, la forme de l'appareil et l'arrangement des pièces qui le composent feraient parfois supposer une complication qui

cependant n'est qu'apparente, aussi, afin de dégager et mieux faire ressortir le principe il me semble à propos de réduire, par un schème, l'appareil de multiplication à sa plus simple expression.

Sur le schème (*fig.* 11) sont donc représentés trois soufflets intérieurs A, B, C, dans une caisse recevant l'air comprimé. L'action à produire ici est l'abaissement de la grande soupape d'introduction S, mais on pourrait

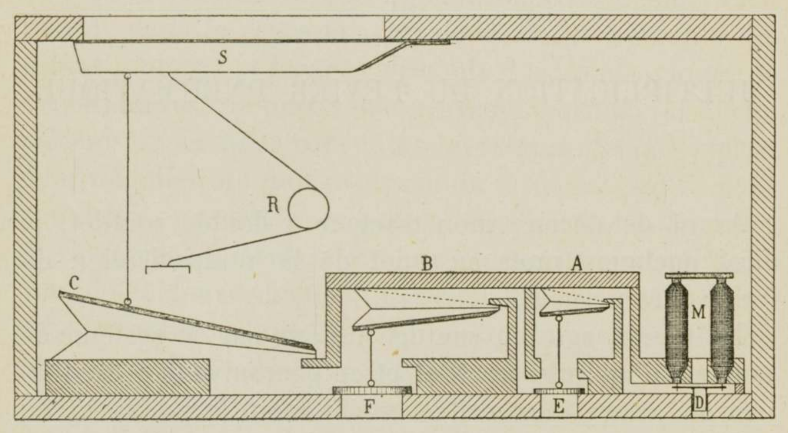


Fig. 11 (schème).

en supposer une autre quelconque, par exemple, la traction d'un registre.

Les soufflets A et B sont disposés chacun de manière à soulever, en se dégonflant, la soupape qui commande l'entrée et la sortie du soufflet suivant ; la soupape du soufflet primaire A qui repose sur le conduit D n'est d'ailleurs autre chose que l'armature elle-même de l'électro-aimant.

Il faut, bien entendu, toujours supposer que la tablette mobile de chacun des soufflets tracteurs est calculée, en surface, de manière à exercer une action prépondérante sur la soupape correspondante à ouvrir.

Sans revenir sur les explications précédentes il est

facile de se rendre compte, qu'à l'état de repos, les soupapes des trois conduits D, E, F, interceptent toute communication avec l'extérieur et que les trois soufflets se maintiennent gonflés puisque l'air comprimé y pénètre librement.

Il s'agit maintenant d'opérer la traction de la grande soupape S et, à cet effet, le courant est lancé dans l'électro-aimant M qui commande tout le mouvement.

La soupape armature étant soulevée, le soufflet A se dégonfle et se décharge par l'orifice D;

En se dégonflant il soulève la soupape fermant l'orifice E et alors le soufflet B, à son tour, se dégonfle en se déchargeant par cette voie E;

En se dégonflant il soulève la soupape fermant l'orifice F et le soufflet C, comme les deux précédents, se dégonfle en se déchargeant par cet orifice F.

Cette fois, le but est atteint et la soupape S est abaissée.

Puis, lorsque le courant cesse de passer, l'armature-soupape retombe, l'air comprimé rentre dans le soufflet A qui laisse retomber la soupape de l'orifice E qu'il tenait soulevée et le même effet se reproduit successivement pour les soufflets B et C.

Nous nous sommes arrêté à ce nombre de soufflets mais nous pourrions poursuivre indéfiniment cette genèse. Avec seulement quatre soufflets on arrive à des résultats étonnants : en 1862 je me livrais à des expériences de ce genre dans le grand orgue de Saint-Étienne de Caen et déjà je constatais l'accroissement rapide de puissance qui peut être obtenu même avec un petit nombre d'intermédiaires. Comme moteur initial j'employais soit un électro-aimant, soit une membrane soulevée à l'extrémité d'un tube à transmission pneumatique.

Cette suite de soufflets a été comparée à un train ou à l'engrenage d'un mouvement d'horlogerie, il ne faut

pas toutefois que ces comparaisons conduisent à des conclusions erronées. Lorsqu'il s'agit d'un appareil d'horlogerie, par exemple, on est sûr qu'au moment précis où l'une des roues vient à tourner, les autres sont, avec des vitesses variables mais simultanément, mises en mouvement puisque toutes sont unies par une parfaite solidarité. Il n'en est pas de même pour des soufflets agissant les uns sur les autres. Sans doute, le retard n'est pas tel qu'on le supposerait tout d'abord : dans une bonne facture il n'est pas sensible avec un seul soufflet et même avec deux, mais, avec un plus grand nombre on reconnaît bientôt une mollesse dans l'action et il semble qu'on a sous le doigt un tirant en caoutchouc. Après tout, il n'y a jamais à appliquer dans les orgues cette multiplication illimitée du levier pneumatique. Avec le tracteur à deux soufflets bien proportionné on arrive à obtenir, pour les touches du clavier, la promptitude désirable ; pour les registres actionnés par des tracteurs à trois soufflets la grande vivacité d'action n'est déjà plus aussi indispensable.

Nous avons donné comme exemple des soufflets placés intérieurement dans la laye, on a compris que c'est là, pour chaque soufflet intérieur, la répétition du système de soupape à double effet reconnu comme le plus simple ; mais on peut aussi disposer les soufflets hors de la laye ce qui est le cas du levier pneumatique primitif, seulement, reste alors pour chaque soufflet extérieur l'inconvénient de nécessiter deux soupapes, l'une pour l'introduction, l'autre pour la décharge.

— Au point de vue historique de la question, j'ajouterai que cette succession de soufflets n'est pas une découverte américaine et n'est pas non plus de date récente puisque, pour ne parler que de l'orgue électrique, nous en avons fait l'application en France dès 1869. Dans le cours de notre collaboration je me suis souvent entretenu avec

Barker (1) du levier double ou multiplié ; nous regardions cette combinaison comme utile au besoin, mais dérivant du levier simple, le levier multiplié n'étant qu'une complication de ce dernier.

— Je me suis souvent expliqué sur le levier pneumatique et ses diverses modifications : c'est un merveilleux auxiliaire mais c'est toujours un intermédiaire qui se trouve ainsi placé entre le doigt et la soupape des jeux. Dans l'avenir on arrivera à le supprimer ou plutôt à le remplacer (2), c'est probable, mais en attendant, il faut bien reconnaître que la facture de nos jours lui doit ses chefs-d'œuvre.

VI

La figure 12 représente en coupe longitudinale le tracteur à double soufflet que je propose : le schème précédent (*fig.* 11) en facilite l'explication.

Inutile de revenir sur la disposition permettant à la fois de fixer l'appareil au sommier et d'établir la prise du courant; à cet égard, il suffit de se reporter à la figure 1 et aux suivantes.

---

(1) Le levier pneumatique que Barker avait imaginé en Angleterre pour les transmissions mécaniques avait été appliqué pour la première fois par M. A. Cavaillé-Coll, en 1841, à l'orgue de Saint-Denis, avec le concours de Barker lui-même.

(2) Dans les premières et rares tentatives faites en France et en Angleterre avant 1860 on avait, en effet, admis que l'électro-

Le système de fermeture latérale avec regard sur l'armature pour vérifier son fonctionnement est encore le même ici, seulement la fermeture s'appliquera à la fois sur les petites layes ou chambrettes J K et J' K'.

L'ouverture d'introduction G et le conduit de décharge I ont la même forme que précédemment, mais ici les dimensions sont plus restreintes, l'écartement des parois n'est plus que de un millimètre et par suite le jeu de l'armature est réduit à un demi-millimètre, soit, pratiquement, un faible millimètre.

Les branches de l'électro-aimant sont aussi plus rapprochées, il s'en suit que l'armature est moins longue et moins pesante.

Ces conditions sont, comme on le voit, favorables pour agir avec un faible courant.

Donc, en ce qui concerne l'électro-aimant E, l'ouverture d'introduction G, la soupape *s s*, la chambrette J K, le conduit de décharge I, et le soufflet moteur H, j'adopte, en réalité, les dispositions précédentes, sauf la réduction

---

aimant devait remplacer le levier pneumatique pour la traction directe des soupapes d'introduction. Sur ce point ma conviction était déjà faite et les intermédiaires m'avaient paru — du moins avec l'action normale de l'armature — indispensables.

A cette époque on n'avait pas encore compris le rapprochement à établir entre la résistance de la soupape d'introduction et la faiblesse relative de l'électro-aimant résultant de la division du courant. La direction initiale que je donnai dans cette circonstance n'a pas été changée jusqu'à présent puisque aujourd'hui non seulement on dispose un intermédiaire, mais deux et même trois.

Barker et Verschneider reconnurent bientôt l'importance du rôle des intermédiaires. A ce propos j'ajouterai que Charles Verschneider, l'associé de Barker, avait aussi puissamment contribué à la réalisation de l'orgue électrique ; artiste de mérite et d'une habileté exceptionnelle, il fut surpris par la mort en 1865 à l'âge de trente-neuf ans alors qu'il préparait lui-même de sérieux perfectionnements et se disposait à donner à son industrie une vive impulsion.

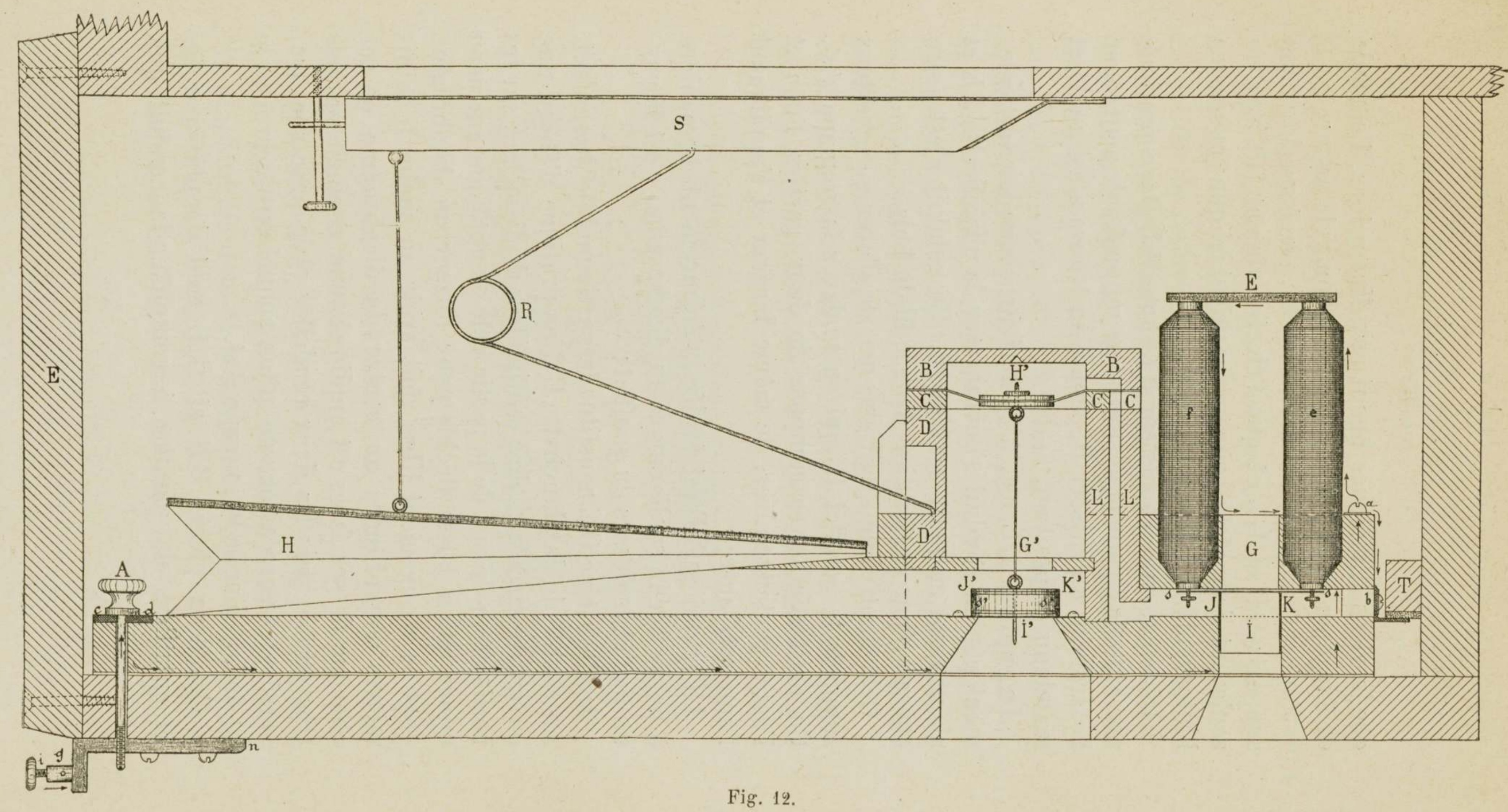


Fig. 12.

que je viens d'indiquer quant aux dimensions. Le mode de fixage au sommier reste aussi toujours le même.

J'arrive maintenant au soufflet H', placé sur les deux supports D D et L L et que l'électro-aimant fait agir en soulevant l'armature soupape *s s* : c'est ici que commence l'intervention de cet auxiliaire.

D'abord, dans l'épaisseur du support D D on pratique une entaille étroite mais suffisamment profonde pour loger l'extrémité du ressort R, lequel se trouve ainsi guidé et maintenu en position.

Le support L L est, à l'intérieur, parcouru verticalement par un conduit s'ouvrant sur la chambrette J K et aboutissant au petit soufflet H'. Ce conduit n'est autre chose qu'une perforation dans le fil du bois.

Cela étant, il ne s'agit plus que de placer sur ces deux supports le soufflet H' qui va soulever la soupape *s' s'*. Ce petit soufflet se compose de deux parties l'une et l'autre rectangulaires, de même largeur et s'appliquant l'une sur l'autre :

La première B B est évidée intérieurement de manière à permettre le soulèvement du diaphragme, c'est la partie fixe et le dessus du soufflet ;

La deuxième C C constitue la partie mobile du soufflet. Au centre de la planchette C C on pratique d'abord une ouverture circulaire de 4 centimètres de diamètre ; sur les bords et au-dessus de la partie vide on applique une peau mince qu'on laisse fléchir pour former un diaphragme dont le mouvement libre doit avoir au moins 5 millimètres d'amplitude ; au centre du diaphragme et sur chacune de ses faces est appliquée une rondelle en bois très mince, puis les deux rondelles et la peau sont traversées et serrées par un piton auquel sera accroché le fil de traction de la soupape *s' s'*.

Ces deux pièces B B et C C sont de plus percées et entaillées de manière à compléter le conduit qui,

partant de J K, pénètre dans le soufflet H′. Une fois superposées elles sont vissées sur les deux supports D D et L L

La planchette formant le dessus de J′ K′ et au milieu de laquelle est pratiquée l'ouverture G′, est à coulisse. La pointe du piton de la soupape *s′ s′* est d'abord introduite dans un guide qui sera figuré sur une coupe suivante; on coulisse ensuite la planchette, puis on passe dans les deux pitons le fil de traction.

A l'état de repos l'air comprimé arrive dans le soufflet primaire H′ par l'orifice G et la chambrette J K de même qu'il arrive dans le deuxième et grand soufflet H par l'orifice G′ et la chambrette J′ K′. On s'explique ainsi le fonctionnement successif de l'armature-soupape *s s*, du soufflet H′, de la soupape *s′ s′* et du soufflet H.

La figure 13 est une coupe horizontale à la rencontre de l'armature et du conduit de décharge. La chambrette J K

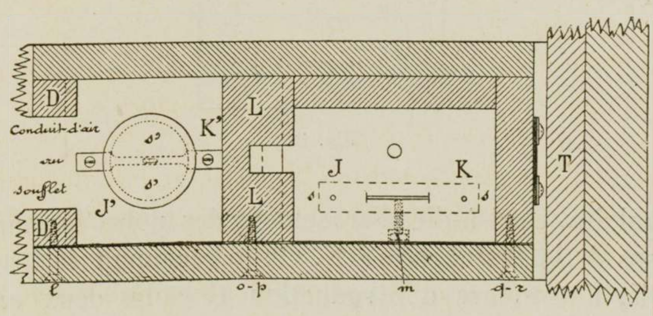


Fig. 13.

est ici découverte; au-dessus d'elle s'appliquera la monture de l'électro-aimant.

Dans l'intérieur du support L L on voit en coupe le conduit partant de J K pour se rendre au soufflet primaire ou diaphragme dont la fonction est de soulever la soupape circulaire *s′ s′* dans la chambrette J′ K′. On découvre le guide, aussi étroit que possible dans lequel est engagée

préalablement la pointe du piton traversant cette soupape $s's'$.

T est la traverse portant en dessous le collecteur. Les deux chambrettes sont fermées par la porte latérale au moyen des vis *l*, *o-p*, *q-r*.

La chambrette J K est couverte par une pièce rectangulaire s'appuyant sur les côtés et dans l'épaisseur de laquelle sont embrevées les extrémités des branches de l'électro-aimant. Cette pièce se fixe au moyen d'une vis qui traverse la chambrette. L'électro-aimant ainsi monté est indépendant et d'un maniement commode puisqu'il se détache de l'appareil. C'est du reste, comme on l'a vu, le mode de monture que j'ai adopté pour l'une des dispositions du tracteur à un seul soufflet.

La figure 14 représente le dessous de cette pièce rec-

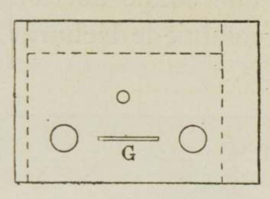


Fig. 14.

tangulaire, c'est-à-dire l'arasement des pôles formant le dessus de la chambrette J K. On y reconnaît le trou de la vis, l'ouverture d'introduction G et les deux extrémités polaires arasées sans l'armature ni les deux goupilles.

La figure 15 est une coupe transversale entre les deux supports.

Le diamètre du diaphragme est de 4 centimètres ; cette largeur, sans inconvénient pour les tracteurs de grande dimension, devient embarrassante lorsqu'il s'agit de tracteurs étroits, même en tenant compte des propor-

tions relatives, c'est une des raisons en faveur du levier simple dans les dessus. L'ouverture de la soupape s' s' est de deux centimètres en diamètre avec très peu de recouvrement, le guide empêchant toute déviation.

Pour attacher la soupape s' s' au diaphragme on commence par passer l'un des crochets du fil de traction dans le piton de la soupape, ensuite on introduit l'autre crochet dans l'anneau du piton du diaphragme. Nous avons dit précédemment, et on a vu sur la figure 12 que, pour rendre facile l'accès de la soupape s' s', la planchette formant le dessus de la chambrette J' K' est coulissée dans les deux supports.

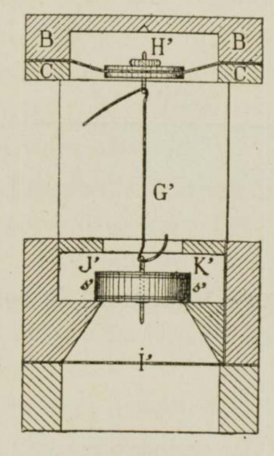


Fig. 15.

Enfin, la figure 16 représente l'appareil vu latéralement une fois la fermeture h k appliquée au moyen des vis l, o, p, q, r. — B B et C C sont les deux parties composant le soufflet primaire fixé sur les deux supports D D et L L.

On retrouve à l'extrémité de l'appareil et en coupe la

traverse T au-dessous de laquelle est fixé le collecteur

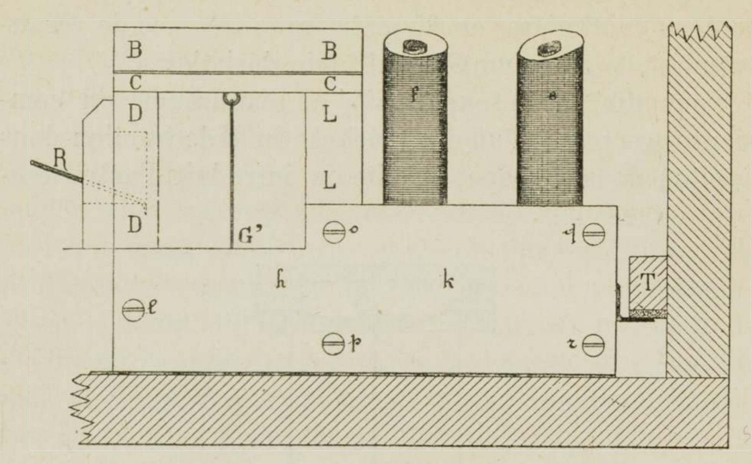


Fig. 16.

contre lequel s'engage fortement le ressort ramenant le courant à la pile.

VII

Les figures ci-dessus sont demi-grandeur d'exécution, sauf à tenir compte des observations qui ont été faites notamment sur la largeur des conduits d'introduction et de décharge et sur la surface des soufflets moteurs. Les électro-aimants que j'emploie le plus souvent ont 45 ohms de résistance et agissent sous l'action d'un courant de 2 ou 3 volts environ suivant le tracteur adopté et selon

l'écartement donné à l'armature : dans ces limites les formules précédemment étudiées (1) démontrent que, pour un clavier, la dépense en ampères est minime même avec les dérivations en nombre maximum composant l'ensemble du circuit. Les branches ont une longueur de 8 centimètres chacune et un diamètre de 7 millimètres, l'armature pèse 5 grammes pour le tracteur simple et 3 grammes pour le tracteur à deux soufflets, c'est là, dans l'un et l'autre cas, un poids maximum qui peut être réduit; le fil est de 3 dixièmes de millimètres de diamètre et recouvert en soie, ce qui donne, pour les 45 unités de résistance, 15 rangées de spires sur chaque hélice ou 200 mètres environ par électro-aimant. L'épargne sur le fil serait une économie mal entendue; du reste sur tous ces points, ainsi que sur le choix de la pile, il est difficile de tracer des règles absolues, les conditions dans lesquelles on se place peuvent varier et une certaine latitude doit être laissée aux convenances du constructeur.

Il serait trop long de résumer ici, même sommairement, tout ce que j'ai écrit dans le *Monde Musical* depuis 1891 sur la partie technique du sujet, je ferai seulement remarquer encore que souvent on aborde l'orgue électrique et on le juge sans l'avoir étudié sérieusement. On tâtonne un peu au hasard, bientôt on est déçu et naturellement on veut se persuader que c'est le système qui a tort.

Dans les essais qui exigent de l'initiative et de la per-

---

(1) $E = I\,R; \quad I = \frac{E}{R}; \quad R = \frac{E}{I}$

et de plus la formule ci-après donnant, à chaque instant durant l'exécution musicale, la résistance du circuit variable suivant le nombre de notes frappées :

$$R = \frac{r}{n}.$$

sistance rien n'est funeste comme l'idée préconçue d'un insuccès, rien n'est énervant comme le scepticisme : il faut commencer par se prémunir contre ces défaillances-là. Si les essais donnent des résultats imparfaits, il est facile de se placer d'abord dans les conditions les plus favorables, par exemple, en donnant un plus large dégagement aux conduits d'introduction et de décharge avec écartement correspondant d'armature et alors plus de force au courant, ou bien encore en donnant moins de gonflement et de course au soufflet et par suite moins d'ouverture à la grande soupape. C'est le moyen d'obtenir plus vite un résultat, sauf ensuite à régler l'ensemble de manière à rentrer dans les limites du nécessaire. En effet, tout insuccès à une cause qu'il faut rechercher et dont il convient de se rendre compte avant de déserter l'entreprise : je rappellerai seulement quelques-unes de ces causes qui déconcertent l'expérimentateur et le découragent.

Groupement des éléments de la pile défectueux par rapport aux hélices des électro-aimants, c'est-à-dire trop de tension et pas assez de surface, ou bien surface inutile et tension trop faible ; division du courant dans de trop faibles résistances et par suite décroissance rapide lors de la division ; enroulement insuffisant ; éraflures déterminant, de rangée à rangée, des dérivations en courts circuits ; fil trop fin ; excès d'énergie occasionnant des étincelles ou, à un autre point de vue, donnant aux électro-aimants une forte aimantation persistante renforçant, lors de l'action, le magnétisme rémanent ; interruptions de circuit dissimulées ; rapprochements accidentels des pièces conductrices ou courts circuits occasionnant l'affaiblissement très rapide et inattendu de la source ; défaut de proportion, au contact de la touche, dans la friction sur métal et sur isolant ou à vide ; contact poussiéreux ou avec friction trop faible ; fers mal préparés ou

d'un mauvais choix ; armature trop légère ou trop massive ; pellicule trop mince à l'égard du magnétisme rémanent ou inutilement épaisse ; écartement d'armature non en rapport avec l'ouverture de décharge ; conduits de décharge et d'introduction trop étroits ou d'une largeur inutile. — Liaison défectueuse du soufflet avec la grande soupape du sommier ; gonflement exagéré du soufflet déterminant trop d'ouverture à la soupape et, par suite, un retour lent et mou ; insuffisance de la surface du tracteur par rapport à la soupape ; excès ou manque de raideur dans le ressort pour ramener en place le soufflet moteur et lui faire opérer son aspiration après l'action ; pression d'air comprimé trop élevée pour l'énergie de l'électro-aimant ou trop faible contre le magnétisme rémanent, etc. Et aussi à noter que l'inégalité de fuite d'air par la gravure, suivant le nombre plus ou moins grand de tuyaux à faire parler, expose à des mécomptes à cause de l'effet qui en résulte sur la soupape d'introduction et par suite sur le soufflet tracteur.

Cette énumération est très écourtée et cependant, si l'on veut bien réfléchir qu'une négligence en un seul point suffit pour troubler la concordance indispensable entre toutes les parties du système et faire échouer une expérience, on conviendra que l'application exige une manipulation sérieusement exercée. Il y a là, en effet, un concours indispensable d'aptitudes diverses, puisque tout constructeur d'orgues, pour arrêter son plan en connaissance de cause, doit nécessairement avoir lui-même des notions, élémentaires mais positives, sur le courant électrique. Que penserait-on alors d'une prétention à résoudre la question sans préparation et avec la seule confiance dans une habileté naturelle ? Que diraient, par exemple, les organiers si un débutant, même choisi parmi les mieux doués, prétendait apprendre en quelques jours la

mise en harmonie et se vantait d'être capable de s'initier, sans plus d'efforts, aux complications du mécanisme?

Je n'entends pas ainsi grossir les difficultés, mais seulement faire comprendre la nécessité d'une préparation entendue servant de prélude à la mise en œuvre du système.



Paris. — Imp. Larousse, 17, rue Montparnasse.

